

Лаврухин И.Р.

РАЗРАБОТКА ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ФОТОДИОДА В СОСТАВЕ ДАЛЬНОМЕРНОГО УСТРОЙСТВА

Аннотация. В представленной работе рассматриваются основные этапы разработки изделия для защиты фотодиода в составе дальномера. Проведен анализ исходных данных и условий при которых нужно разместить изделие для защиты фотодиода, разработан чертеж изделия и чертеж схемы управления изделием в средах разработки Autodesk Inventor Professional и P-CAD соответственно. Изготовлен опытный образец и проведены соответствующие испытания и замеры характеристик. Такая разработка позволит многократно увеличить срок службы дальномеров.

Ключевые слова: изделие, защита, фотодиод, дальномер, образец, испытания, характеристики.

Abstract. In the presented work the main stages of development of product for photodiode protection as a part of rangefinder are discussed. The analysis of the initial data and conditions under which it is required to place the product to protect the photodiode provided, developed a product drawing and a drawing of the product management scheme in the Autodesk Inventor Professional and P-CAD development environments. Prototype was made and corresponding tests and measurement characteristics were carried out. This development will greatly increase the service life of rangefinders.

Keywords: product, protection, photodiode, rangefinder, prototype, measurement, characteristics.

Введение

В составе дальномеров используют специализированные фотоприемные устройства (далее ФПУ) предназначенные для приема отраженного лазерного излучения с длиной волны 1,06 нм. По результатам эксплуатации у заказчика выявлен отказ фоточувствительной площадки (далее ФЧП). При анализе отказа обнаружен эффект выхода из строя p-n перехода под воздействием избыточной мощности лазерного излучения (прожиг) отраженного сигнала. Вследствие чего, возникает необходимость внесения изменений в конструкцию ФПУ для защиты фотодиода от избыточной мощности лазерного излучения. Решение данной проблемы возможно при выполнении следующих этапов:

- закрыть фильтром (шторкой) светочувствительный элемент;
- открывать светочувствительный элемент, когда не хватает интенсивности отраженного сигнала.

Проработка вариантов конструкции электромагнита для управления шторкой, защищающей фотодиод

Шторка расположена в составе дальномера. У такого исполнения есть свои недостатки. А именно, удаляется расположение шторки от ФПУ. Отсюда вытекает нестабильная работа шторки в широком температурном диапазоне. Требуются большие перемещения для открытия шторки. На основании вышеизложенного было решено ввести шторку в состав ФПУ, что позволит ее приблизить к фоточувствительному элементу. Следовательно, уменьшатся масса-габаритные свойства, а также уменьшится расстояние перемещения.

Оптимальным вариантом решения задачи защиты фотодиода является применение электромагнита, не выходящего по параметрам за габариты установочной площадки для изделия: $a=26$ мм, $b=7$ мм, $h=3$ мм. Схематичное размещение изделия представлено на Рисунке 1:

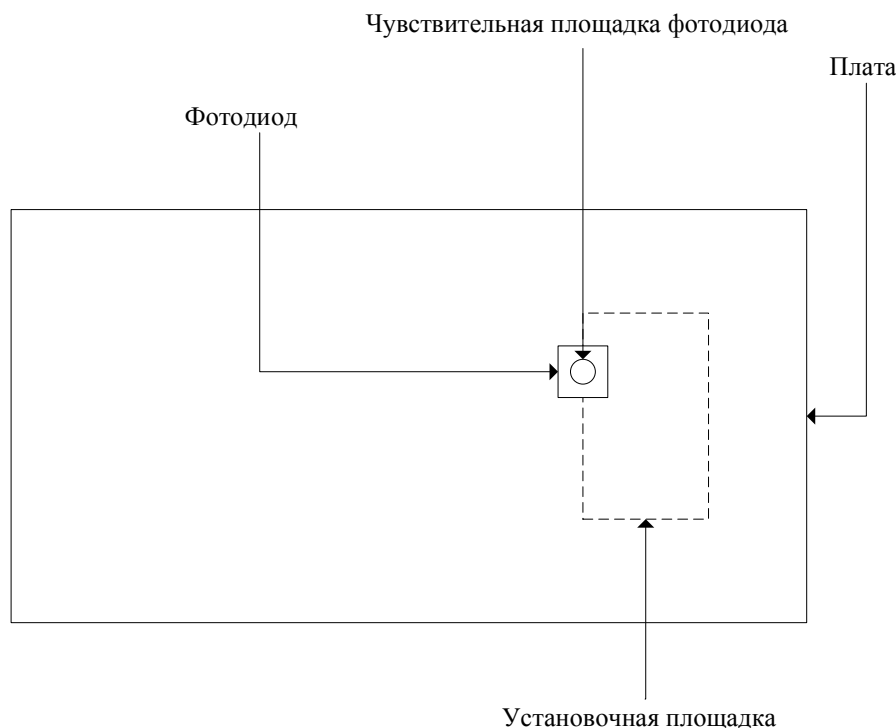
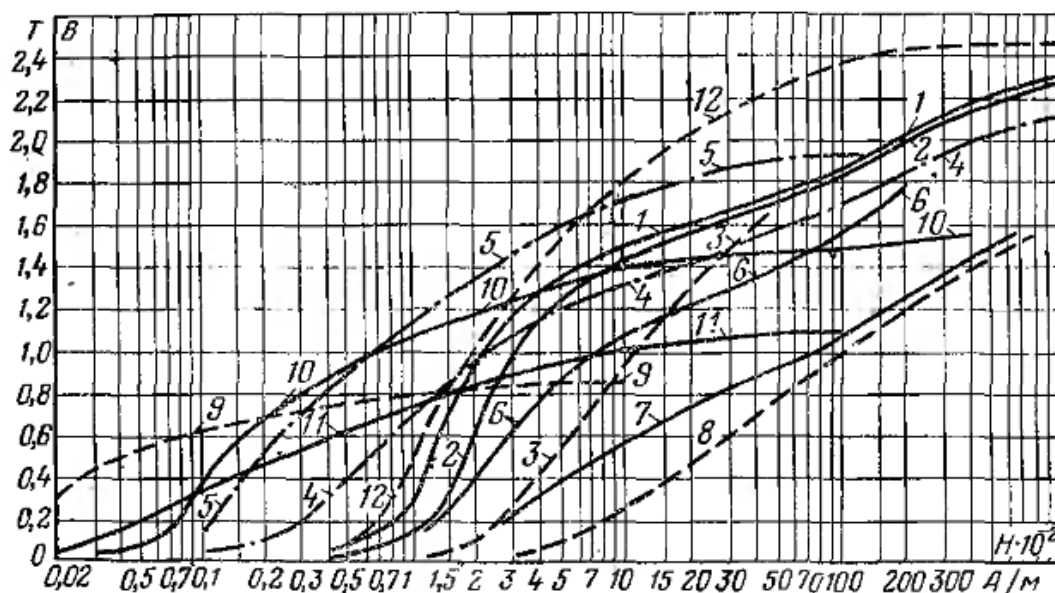


Рисунок 1 – Размещение изделия

Следующий шаг – определение подходящего материала для магнитопровода. Для этого потребуется график кривых намагничивания магнитомягких материалов, показанный на Рисунке 2.

Магнитомягкие материалы обладают круто поднимающейся основной кривой намагничивания и относительно малыми площадями гистерезисных петель.



1 – сталь низкоуглеродистая электротехническая марки Э отожженная; 2 – сталь качественная конструкционная марки Ст.10 отожженная; 3 – сталь качественная конструкционная марки Ст.20 отожженная; 4 – сталь листовая электротехническая марки Э4; 5 – сталь электротехническая холоднокатаная марки Э330; 6 – чугун ковкий американский отожженный; 7 – чугун серый легированный марки №9 отожженный; 8 – чугун марки №00 неотожженный; 9 – высоконикелевый пермаллой (марки 79НМ); 10 – низконикелевый пермаллой (марки 50НМ); 11 – низконикелевый пермаллой марки 50НКС; 12 – пермендюр [1].

Рисунок 2 – Кривые намагничивания магнитомягких материалов:

Проанализировав кривые, приходим к выводу, что для нашего устройства подойдет высоконикелевый пермаллой (марки 79НМ – 79% никеля, 1% молибдена, 20% стали), т.к. кривая 9 (высокони́келевый пермаллой марки 79НМ) движется по самой узкой петле гистерезиса.

Для установления геометрических параметров электромагнита необходимо использовать следующие исходные данные:

- фильтр – стекло К8, размеры – 2,75х1,37х0,3 мм;
- якорь электромагнита – лист толщиной 0,5 мм высоконикелевый пермаллой 79НМ;
- плата с габаритами 1,5х30,6х52 мм;
- установочная площадка с габаритами 26х7х3 мм;
- фотодиод с габаритами 2,75х1,37х0,9 мм;
- диаметр чувствительной площадки фотодиода – 0,15 мм;
- высота расположения фильтра относительно платы – 1,5 мм;
- количество витков катушки индуктивности – 1200;
- угол фокусировки – 30°.

Вышеперечисленные параметры дают возможность для определения геометрических параметров электромагнита, которые не будут выходить за пределы исходных данных, что поможет, в свою очередь, эффективно разместить всю конструкцию на плате.

Используя вышеуказанные данные и некоторые расчеты, реализуем конструкцию, описанную далее.

Из листа пермаллоя 79НМ толщиной 0,5 мм вырезаем 3 одинаковых детали с заданными размерами и соединяем их по торцам методом э/м пайки.

Спаяв детали, мы получаем сердечник электромагнита с нужным нам поперечным сечением 1,5х1,5мм².

С двух сторон сердечника приклеиваем «щечки» на расстоянии 1,5 мм от каждого края магнитопровода, которые образуют каркас для последующей намотки. В качестве намотки используем провод ПЭВ-2 (медный круглый покрытый высокопрочной эмалью на полиуретановой основе (лак П-943)) с поперечным сечением 70 мкм².

Намотка составляет 1200 витков.

Разработка схемы управления по защите фотодиода

Для управления шторкой выбираем «ключевую» схему транзисторного ключа, приведенную на Рисунке 3:

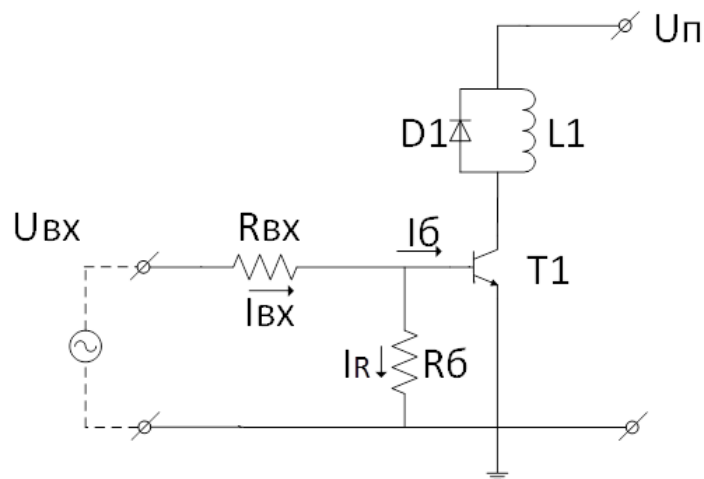


Рисунок 3 – Схема транзисторного ключа

Параметры схемы:

$$I_L = 0,06 \text{ A};$$

$$R_L = 100 \text{ Ом};$$

T1 – транзистор Т829А;

$$U_{\Pi} = 7,2 \text{ В};$$

$$U_{\text{вх}} = 5 \text{ В};$$

$$I_R = 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ A};$$

$$I_{\text{вх}} = 0,66 \text{ мА};$$

$$R_б = 10 \text{ кОм};$$

$$R_{\text{вх}} = 6,6 \text{ кОм}.$$

Проведение испытаний и замеров характеристик

Программа проведения испытаний:

- 1) Установить испытуемый объект в камеру тепла и холода SU-261 при нормальных климатических условиях ($t = 22^{\circ}\text{C}$), зафиксировать время включения;
- 2) Установить на генераторе частоту 30 Гц, амплитуду 6 В, форма сигнала – меандр и измерить время включения и выключения $\tau_{\text{вкл}}$ и $\tau_{\text{выкл}}$ по осциллографу;
- 3) Понизить температуру в камере до $t = -55^{\circ}\text{C}$, повторить измерения $\tau_{\text{вкл}}$ и $\tau_{\text{выкл}}$;
- 4) Повысить температуру в камере до $t = +85^{\circ}\text{C}$, повторить измерения $\tau_{\text{вкл}}$ и $\tau_{\text{выкл}}$;
- 5) Установить НКУ и зафиксировать $\tau_{\text{вкл}}$;
- 6) Завершить испытания, зафиксировать время завершения испытаний, рассчитать количество циклов работы реле.

Получены следующие результаты испытаний:

- 1) Время включения – 09:00;
- 2) Время включения в диапазоне температур от -55 до $+85^{\circ}\text{C}$ составляет 2,65 мс;
- 3) Время выключения в диапазоне температур от -55 до $+85^{\circ}\text{C}$ составляет 2,45 мс;
- 4) Ток потребления 60 мА;
- 5) Напряжение питания 8 В;
- 6) Время завершения – 15:00, общее количество циклов работы реле – 648 000.

Заключение

Разработано изделие для защиты фотодиода в составе дальномера, которое не дает выйти из строя светочувствительному элементу при большой мощности отраженного лазерного излучения. Проведены соответствующие испытания в ходе которых выявилась стабильная работа изделия с необходимыми характеристиками.

Библиографический список

1. Славинская А. Г. Электромагниты и постоянные магниты : учеб. пособие для студентов вузов / А. Г. Славинская. – Москва : Энергия, 1972. – С. 24–25.